



1FW

PTO/SB/21 (02-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/804,343	
	Filing Date	3/19/2004	
	First Named Inventor	Shinji Yamamoto	
	Art Unit	2834	
	Examiner Name	unknown	
Total Number of Pages in This Submission	90	Attorney Docket Number	CFA00068US

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC)
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Canon U.S.A., Inc. IP Department Fidel Nwamu
Signature	
Date	6/7/04

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING	
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.	
Typed or printed name	Fidel Nwamu
Signature	
Date	6/7/04

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 8 3 2 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 8 3 2 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 4 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 253779

【提出日】 平成15年 4月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02N 2/00

【発明の名称】 振動型駆動装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会
社内

 【氏名】 山本 新治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会
社内

 【氏名】 小島 信行

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100067541

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

 【識別番号】 100087398

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 水野 勝文

【選任した代理人】

【識別番号】 100104628

【弁理士】

【氏名又は名称】 水本 敦也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動型駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弾性体と、少なくとも 2 つの電極を有し、この 2 つの電極に同一周波数の 2 相の駆動電圧が印加されることで前記弾性体に振動を励起する電気-機械エネルギー変換素子とを備えた振動体と、

前記弾性体と接触する被駆動体とを有する振動型駆動装置であって、

前記振動体は、同位相となる前記 2 相の駆動電圧の入力を受けて第 1 の曲げ振動モードを形成するとともに、逆位相となる前記 2 相の駆動電圧の入力を受けて第 2 の曲げ振動モードを形成することが可能であり、

前記第 1 の曲げ振動モードおよび前記第 2 の曲げ振動モードの組み合わせによって前記振動体および前記被駆動体を相対的に駆動することを特徴とする振動型駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弾性体に振動を発生させ、この振動エネルギーを利用して被駆動体に駆動力を与える振動波モータ等の振動型駆動装置に関するもので、特に被駆動体を直線方向で駆動するタイプの振動型駆動装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

これまでに被駆動体を直線方向に駆動するタイプの振動波モータには、さまざまな提案がなされている。

【0 0 0 3】

例えば、角棒状に形成された弾性体の一側面における所定位置に複数の突起部が設けられているとともに、上記弾性体のうち突起部が設けられた面と反対側の面に圧電素子が配置された振動波モータにおいて、圧電素子に交流電圧を印加することにより、弾性体に屈曲共振振動と、長さ方向共振振動（縦振動）を同時に発生させ、突起部に楕円運動を生じさせるものがある（第 1 の従来例、例えば、

特許文献 1 参照)。

【0004】

この構成では、突起部に被駆動体を加圧接触させることにより、被駆動体を突起部の楕円運動によって直線的に駆動することができるようになっている。

【0005】

一方、矩形の板状に形成された弾性体に異なる 2 つの曲げ振動モードを励起し、2 つの曲げ振動モードの組み合わせで所定の質点 (突起部等) に楕円運動を生じさせる振動波モータがある。(第 2 の従来例、例えば、特許文献 2 参照)。

【0006】

ここで、2 つの曲げ振動モードのうち一方の曲げ振動モード (第 1 振動モードと呼ぶことにする) は、図 2 の (a-1)、(a-2) に示すように、十字状の節を有する振動モードとなっている。また、他方の曲げ振動モード (第 2 振動モードと呼ぶことにする) は、図 2 の (b-1)、(b-2) に示すように、所定方向に対して平行な 2 つの節を有する振動モードとなっている。

【0007】

そして、上述した 2 つの曲げ振動モードを発生させるために、図 3 に示すような電極パターンを持つ圧電素子を使用している。図 3 において、3A は第 1 振動モードを発生させるための圧電素子であり、3B は第 2 振動モードを発生させるための圧電素子である。図中の「+」記号および「-」記号は分極方向を示している。

【0008】

圧電素子 3A では、第 1 振動モードにおける十字状の節と一致するように電極の境界部が存在しており、この 4 分割された電極に第 1 振動モードの共振周波数付近の周波数の交流信号 (Va) を印加すると、第 1 振動モードの振動が発生する。一方、圧電素子 3B に第 2 振動モードの共振周波数付近の周波数の交流信号 (Vb) を印加すると、弾性体には第 2 振動モードの振動が発生する。

【0009】

このため、圧電素子 3A および圧電素子 3B を積層して、弾性体に取り付けることにより、弾性体上に 2 つの曲げ振動モードを発生させることができ、この 2

つの曲げ振動モードの合成によって所定の質点に生じる楕円運動によって被駆動体を駆動することができる。

【0 0 1 0】

一方、2つの曲げ振動モードを発生させる圧電素子としては、図4に示すように、複数の圧電素子を積層せずに単一の層で構成された圧電素子を用いることもできる。図4において、電圧信号V aに接続されている電極は第1振動モード発生用の圧電素子であり、電圧信号V bに接続されている電極は第2振動モード発生用の圧電素子である。

【0 0 1 1】

【特許文献1】

特公平6-106028号公報

【特許文献2】

特開平6-311765号公報

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、第1の従来例における振動波モータの構成においては、長さ方向共振振動（縦振動）を使用しているため、弾性体を小型化しようとする共共振周波数が高くなりすぎてしまうという問題があり、振動波モータの小型化には限界がある。

【0 0 1 3】

一方、第2の従来例における振動波モータでは、2つの曲げ振動モードを組み合わせたものであるため、第1の従来例と比べると弾性体（振動波モータ）を小型化することができる。また、矩形の弾性体の長辺と短辺の比を変更することにより、各曲げ振動モードにおける共振周波数を一致させることができるため、第1の従来例と比べて共振周波数の調整を行い易く、駆動効率が良いアクチュエータを実現することが可能となっている。

【0 0 1 4】

しかしながら、第2の従来例においては、振動体に複数の振動モードを励振させるために、それぞれの振動モードを発生するための専用の電極を有する圧電素

子が必要となる。これにより、複雑な電極パターンの圧電素子を使用したり、圧電素子を積層して使用したりする必要があるため、製造工程やコスト等の点で好ましいものとはいえない。

【0015】

また、電極パターンごとに分極方向が異なるため、分極処理の工程が複雑となるだけでなく、分極方向が異なる電極の境界付近において圧電素子の剛性が変化してしまうという問題点もある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明は、弾性体と、少なくとも2つの電極を有し、この2つの電極に同一周波数の2相の駆動電圧が印加されることで弾性体に振動を励起する電気-機械エネルギー変換素子とを備えた振動体と、弾性体と接触する被駆動体とを有する振動型駆動装置であって、振動体は、同位相となる2相の駆動電圧の入力を受けて第1の曲げ振動モードを形成するとともに、逆位相となる2相の駆動電圧の入力を受けて第2の曲げ振動モードを形成することが可能であり、第1の曲げ振動モードおよび第2の曲げ振動モードの組み合わせによって振動体および被駆動体を相対的に駆動することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

（第1実施形態）

図5は、本発明の第1実施形態である振動波アクチュエータにおける振動体1の外観斜視図である。図5において、4は金属材料からなり、矩形の板状に形成された弾性体であり、5は弾性体4の裏面に接合された圧電素子（電気-機械エネルギー変換素子）であり、6は弾性体4の上面に設けられた突起部である。

【0018】

突起部6は、この先端において後述するように被駆動体に接触する。ここで、突起部6の先端には、摩擦係数や耐摩耗性に優れた接触部を設けることができる。また、突起部6は、プレス加工等により弾性体4と一体的に形成したり、弾性体4とは別に形成してから弾性体4に固定したりすることができる。

【0019】

突起部6および弾性体4を一体的に形成すれば、これらを別々に形成する場合に比べて、弾性体1の組み立て工数を減らすことができるとともに、部品（突起部6）の位置合わせを行う必要がないことで部品間のバラツキを防止することができる。

【0020】

本実施形態の振動体1は、後述するように2つの曲げ振動モードを励起することができ、この2つの曲げ振動モードを組み合わせることで突起部6の先端に楕円運動を生じさせるものである。

【0021】

ここで、振動体1の形状は、上記の2つの曲げ振動モードの共振周波数が略一致するように形成されている。具体的には、弾性体4の長手方向の寸法（長辺）と、長手方向と直交する方向の寸法（短辺）を適宜設定することにより、2つの曲げ振動モードの共振周波数を一致させることができる。

【0022】

以下、振動体1に励起される2つの曲げ振動モードについて説明する。

【0023】

図6は、2つの曲げ振動モードを表した図である。図6（a）に示す振動モードは、2つの曲げ振動モードのうち一方の曲げ振動モード（Aモードと呼ぶ）を表している。このAモードは、矩形の振動体1（弾性体4）の長辺方向（矢印X方向）における2次の屈曲振動であり、短辺方向（矢印Y方向）と平行な3本の節を有している。

【0024】

ここで、突起部6は、Aモードの振動で節となる位置の近傍に配置されており、Aモードの振動により矢印X方向で往復運動を行う。このように突起部6を配置することにより、突起部6を矢印X方向で最も大きく変位させることができる。

【0025】

また、図6（b）に示す振動モードは、2つの曲げ振動モードのうち他方の曲

げ振動モード（Bモードと呼ぶ）を表している。このBモードは、矩形の振動体 1（弾性体 4）の短辺方向（矢印 Y 方向）における 1 次の屈曲振動であり、長辺方向（矢印 X 方向）と平行な 2 本の節を有している。

【0026】

ここで、Aモードにおける節と、Bモードにおける節は、XY平面内において略直交するようになっている。

【0027】

また、突起部 6 は、Bモードの振動で腹となる位置の近傍に配置されており、Bモードの振動により矢印 Z 方向で往復運動を行う。このように突起部 6 を配置することにより、突起部 6 を矢印 Z 方向で最も大きく変位させることができる。

【0028】

すなわち、上述したようにAモードの節とBモードの節を略直交させることにより、Aモードの節の位置とBモードの腹の位置とを一致させることができ、この位置に突起部 6 を配置することにより、突起部 6 の振動変位を最も大きくすることができ、高出力を得ることができるようになる。

【0029】

そして、上述したように突起部 6 を X 方向および Z 方向で大きく変位させることにより、突起部 6 に接触する被駆動体に対して大きな駆動力を与えることができる。

【0030】

なお、2つの突起部 6 を、弾性体 4 の中心を通る XZ 平面又は YZ 平面に対して対称に配置すれば、突起部 6 においてスライダ 7（図 7）から受ける反力を振動体 1 は偏り無く受けることができる。また、スライダ 7 と突起部 6 の相対位置関係が安定するため、環境や負荷の変動等の影響を受けずに振動体 1 の出力を安定させることができる。

【0031】

上述したAモードとBモードの振動を所定の位相差で発生させることにより、突起部 6 の先端に楕円運動を発生させることができる。突起部 6 の先端には、図 7 に示すように、被駆動体であるスライダ 7 が加圧接触するようになっており、

スライダ 7 は突起部 6 の楕円運動によって矢印 L 方向に移動することができる。

【0 0 3 2】

振動体 1 に上述の A モードおよび B モードの振動を発生させるために、従来技術と同様な考え方で圧電素子の電極パターンを構成すると、図 8 に示すような電極パターンになる。図 8 において、「+」記号および「-」記号は分極方向を表す。

【0 0 3 3】

図 8 に示す圧電素子のうち電圧信号 (V a) が接続されている 4 つの電極領域は、A モードの振動を発生させるための電極領域である。V a に A モードの共振周波数付近の周波数の交流電圧を印加すると、ある瞬間には 4 つの電極領域のうち「+」に分極処理された 2 つの電極領域 (圧電素子) が伸びるとともに、「-」に分極処理された 2 つの電極領域 (圧電素子) が縮むことになる。

【0 0 3 4】

また、別の瞬間には「+」に分極処理された電極領域 (圧電素子) が縮むとともに、「-」に分極処理された電極領域 (圧電素子) が伸びることになる。この結果、A モードの振動が発生する。

【0 0 3 5】

一方、図 8 に示す圧電素子のうち電圧信号 (V b) が接続されている 1 つの電極領域は、B モードの振動を発生させるための電極領域である。V b に B モードの共振周波数付近の周波数の交流電圧を印加すると、圧電素子の短辺方向 (Y 方向) の中央部分が伸縮するため、振動体には B モードの振動が発生する。

【0 0 3 6】

ここで、V a と V b の交流電圧を位相の 90° ずれた同一の周波数 (本実施形態では、A モードおよび B モードの共振周波数付近の周波数) とすることにより、突起部 6 上に楕円運動が発生する。

【0 0 3 7】

図 1 は、本実施形態である圧電素子の電極パターンを示した図である。図 1 に示すように、圧電素子 5 には、この長手方向 (X 方向) で 2 等分された電極領域が形成されている。また、各電極領域における分極方向は、同一方向 (「+」)

となっている。

【0038】

圧電素子5の2つの電極領域のうち図1中右側に位置する電極領域には交流電圧(V1)が印加され、左側に位置する電極領域には交流電圧(V2)が印加される。

【0039】

図1において、V1およびV2をAモードの共振周波数付近の周波数で、かつ位相が 180° ずれた交流電圧とすると、ある瞬間には、右側の電極領域の圧電素子が縮むとともに、左側の電極領域の圧電素子が伸びる。また、別の瞬間には逆の関係となる。この結果、振動体1にはAモードの振動が発生することになる。

【0040】

また、V1およびV2をBモードの共振周波数付近の周波数で、かつ同位相の交流電圧とすると、圧電素子全体(2つの電極領域)がある瞬間には伸び、また別の瞬間には縮むことになる。この結果、振動体1にはBモードの振動が発生することになる。

【0041】

なお、圧電素子5における2つの電極領域のうち一方の電極領域における分極方向を「+」とし、他方の電極領域における分極方向を「-」とすることもできる。

【0042】

この場合には、上記の2つの電極領域それぞれに、Aモードの共振周波数付近の周波数で、かつ同位相の交流電圧(V1、V2)を印加することにより、振動体1にAモードの振動を発生させることができる。また、上記の2つの電極領域それぞれに、Bモードの共振周波数付近の周波数で、かつ位相が 180° ずれた交流電圧(V1、V2)を印加することにより、振動体1にBモードの振動を発生させることができる。

【0043】

ここで、V1やV2と、AモードおよびBモードとの関係について、図9を用

いて説明する。

【0044】

上述した図1を用いた説明によれば、「V1」と「-V2」のベクトルの合成がAモードを示すベクトルとなり、「V1」と「V2」のベクトルの合成がBモードを示すベクトルとなる。ここで、V1とV2の振幅（V1およびV2のベクトルの大きさ）を同じくし、位相差を 0° と 180° の間の位相差 θ （ $0^\circ < \theta < 180^\circ$ ）とすると、図9に示すように（V1+V2）と（V1-V2）のベクトルが直交することがわかる。

【0045】

これは、AモードとBモードの振動が同時に発生し、かつ振動の位相差が 90° ずれていることを表している。この結果、弾性体4上の突起部6に楕円運動を発生させることができ、突起部6に接触させたスライダ7を駆動することが可能となる。

【0046】

すなわち、V1およびV2の電圧振幅を同じとし、V1およびV2の位相差 θ を 0° および 180° 以外とすれば、AモードとBモードを同時に発生させることができ、振動の位相差は必ず 90° 又は -90° のいずれかになる。また、V1とV2の位相差 θ を変更することにより、AモードとBモードの振幅を変更することができる。

【0047】

以上説明したように、本実施形態によれば電極パターンを振動体1の長手方向で2等分した簡単な構成で、かつ各電極領域の分極方向が同一方向であるような圧電素子5を用いた振動体1であっても、振動体1の突起部6に楕円運動を発生させることができる。

【0048】

このように電極パターンを簡単な構成とすることで、各電極領域に接続される配線を簡単な構成とすることができる。また、分極方向が圧電素子全域にわたって同一方向とすることで、分極方向が異なる圧電素子に比べて、分極処理を容易に行うことができるとともに、電極領域の境界付近における圧電素子の剛性が均

一となり、理想的な振動を発生させることができる。

【0049】

また、2つの曲げ振動モードを用いて被駆動体の駆動を行うことにより、曲げ振動及び縦振動の組み合わせによって被駆動体を駆動する振動波アクチュエータに比べて、固有周波数の上昇を抑えて振動波アクチュエータの小型化を図ることができる。

【0050】

なお、本実施形態の振動型駆動装置では、2次の曲げ振動モード（Aモード）と1次の曲げ振動モード（Bモード）の組み合わせにより被駆動体の駆動を行うように構成されているが、本発明はこれに限るものではない。

【0051】

すなわち、V1とV2に位相差 0° の交流電圧を印加した時に発生するモードと、V1とV2に位相差 180° の交流電圧を印加した時に発生するモードの組み合わせによって楕円運動を発生できるものであれば、どのような曲げ振動モード（次数の異なる曲げ振動モード）を用いてもよい。

【0052】

本実施形態では、図5や図7に示すように、弾性体4の上面に2つの突起部6を設けた振動体について説明したが、突起部6を配置する位置や数については適宜設定することができる。

【0053】

例えば、図18に示すように弾性体4の中央に1つの突起部6を設けたり、図20に示すように弾性体4に4つの突起部6を設けたりすることができる。

【0054】

図18に示す振動体1'において、突起部6は、Aモードの振動によって図19(a)に示すようにX方向に往復運動するとともに、Bモードの振動によって図19(b)に示すようにZ方向に往復運動する。そして、AモードおよびBモードの組み合わせにより、突起部6の先端には楕円運動が生じ、これによりスライダ7が矢印L方向に移動する。

【0055】

ここで、突起部 6 は、A モードの節の近傍に配置されているとともに、B モードの腹の近傍に配置されているため、X 方向および Z 方向の変位が大きくなり、スライダ 7 に大きな駆動力を与えることができる。

【0056】

また、図 20 に示す振動体 1” において、突起部 6 は、A モードの振動によって図 21 (a) に示すように X 方向に往復運動するとともに、B モードの振動によって図 21 (b) に示すように Z 方向に往復運動する。そして、A モードおよび B モードの組み合わせにより、突起部 6 の先端には楕円運動が生じ、これにより突起部 6 に接する不図示の被駆動体が駆動する。

【0057】

ここで、4 つの突起部 6 はそれぞれ、A モードの節の近傍に配置されているとともに、B モードの腹の近傍に配置されているため、X 方向および Z 方向の変位が大きくなる。

【0058】

また、本実施形態では、図 7 に示すように棒状に形成された被駆動体（スライダ 7）を突起部 6 に接触させた場合について説明したが、本発明はこれに限るものではない。

【0059】

具体的には、図 22 (a) に示すように円盤状に形成された被駆動体 7’ を突起部 6 に接触させて、この被駆動体 7’ を矢印に示す方向に駆動させる構成の振動波アクチュエータとすることができる。また、図 22 (b) に示すように円環状に形成された被駆動体 7” を突起部 6 に接触させて、この被駆動体 7” を矢印に示す方向に駆動させる構成の振動波アクチュエータとすることができる。

【0060】

（第 2 実施形態）

上述した第 1 実施形態では、矩形状の弾性体および圧電素子を有する振動体において、単純な 2 分割構造の電極を有する圧電素子に印加する交流電圧（V 1、V 2）の位相差を 0° および 180° 以外の位相差にすることにより、振動体の突起部に楕円運動を発生させることが可能であることを説明した。

【0061】

本発明の第2実施形態では、第1実施形態で説明した振動波アクチュエータの制御方法に関して説明する。振動波アクチュエータの構造については、上述した第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0062】

本実施形態では、第1実施形態の振動波アクチュエータを、ビデオカメラのレンズユニットにおける駆動源として用いたものである。図10に、レンズユニットの断面図（光軸と直交する方向における断面図）を示す。

【0063】

図10において、8はレンズ鏡筒である。9はレンズ（撮影レンズ）であり、フレーム10によって保持されている。11はシャフトであり、レンズ9が光軸方向（図10の紙面と直交する方向）に移動する際のガイドとして使用されている。ここで、レンズ9が光軸方向に移動することによって、撮影光学系の焦点距離を変更することができるようになっている。

【0064】

12は第1実施形態で説明した振動波アクチュエータの振動体であり、突起部6がフレーム10に設けられたスライダ7と接触するような構成となっている。

【0065】

13および14はレンズ9の光軸方向における位置を検出するための公知のエンコーダである。エンコーダスケール13に対して投受光素子14で光を照射し、エンコーダスケール13からの反射光を投受光素子14で読み取ることによってレンズ9の位置情報が検出される。

【0066】

次に、上述した振動波アクチュエータの制御方法について説明する。図11は本実施形態における制御装置を説明するためのブロック図である。

【0067】

図11において、15は振動波アクチュエータである。振動波アクチュエータ15によって駆動されるレンズ9の位置情報はエンコーダ16（図10の13、14）および位置カウンタ17によって計測される。位置カウンタ17で計測さ

れたレンズ 9 の位置情報は、位置比較部 18 において外部から入力された位置指令と比較される。この比較結果は位相差選択部 19 および周波数決定部 20 に入力される。

【0068】

第 1 実施形態で説明したように、振動波アクチュエータ 15（圧電素子）の 2 つの電極に印加する 2 相の交流電圧（V1、V2）の振幅を同一とし、かつ交流電圧の位相差 θ を 0° および 180° 以外にすることにより、振動体 12 には 90° 位相のずれた A モードおよび B モードの振動が発生する。

【0069】

ここで、V1 に対する V2 の位相差 θ が任意の値（ $0^\circ \sim 180^\circ$ ）であるときの A モードの振幅（Aa）および B モードの振幅（Ab）の大きさは下記式（1）、（2）によって求められる。

【0070】

$$Aa = |2 \times \cos((\pi - \theta) / 2)| \cdots (1)$$

$$Ab = |2 \times \cos(\theta / 2)| \cdots (2)$$

上記式（1）、（2）によって求めた A モードおよび B モードの振動振幅と V1 および V2 の位相差 θ の関係を図 12 に示す。図 12 において、横軸は位相差 θ 、縦軸は振動モード（A モードおよび B モード）の振幅の大きさを示している。また、A モードに対する B モードの振動の位相差は、V1 と V2 の位相差 180° を境に 90° と -90° が入れ替わる。すなわち、V1 と V2 の位相差 180° を境として、この両側（図中の + 方向、- 方向）で被駆動体（スライダ 7）の駆動方向が逆になる。

【0071】

ここで、位置比較部 18 において、位置カウンタ 17 から得られるレンズ 9 の位置情報と外部から指令されるレンズ 9 の目標位置（停止位置）とを比較することにより、振動波アクチュエータによるスライダ 7 の駆動方向が決定される。そして、この決定された駆動方向に応じて、V1 と V2 の位相差 θ を位相差選択部 19 で選択している。すなわち、位相差選択部 19 では、スライダ 7 の駆動方向を + 方向としたいときは V1 に対する V2 の位相差 θ を 90° に、駆動方向を -

方向としたいときには位相差 θ を 270° としている。

【0072】

なお、 90° および 270° 以外の位相差 θ であってもレンズ 9 を駆動することは可能であるが、本実施形態では A モードおよび B モードの振幅が均等に発生するときの位相差 θ である 90° および 270° を選択している。

【0073】

次に、駆動周波数の制御に関して述べる。振動波アクチュエータ 15 に印加する交流電圧（V1、V2）の周波数と駆動速度の関係は、一般的な共振を利用した振動波モータと同様であり、図 13 に示すように、共振周波数（ f_r ）を速度のピークとし、 f_r よりも高周波数側ではなだらかに駆動速度が減少し、かつ低周波側では急激に駆動速度が減少するような特性となる。

【0074】

この特性において駆動速度の制御を行う場合には、共振周波数（ f_r ）よりも高い周波数領域での周波数で駆動制御を行うことになる。

【0075】

位置比較部 18 では、位置カウンタ 17 の出力に基づくレンズ 9 の現在位置と外部から入力された目標位置との偏差が計測されている。周波数決定部 20 では、上記の偏差が大きいときは駆動周波数を共振周波数（ f_r ）に近づけることにより、駆動速度が速くなるようにしている。また、上記の偏差が小さいときは駆動周波数を共振周波数（ f_r ）から高周波数側に遠ざけることにより、駆動速度が遅くなるようにしている。

【0076】

なお、レンズ 9 の位置の偏差が所定の範囲以内となった場合は、振動波アクチュエータに交流電圧（V1、V2）を印加しないように構成してもよい。

【0077】

駆動信号生成回路 21 では、位相差選択部 19 で選択された位相差 θ で、かつ周波数決定部 20 で決定された周波数となるような 2 相の信号（V1、V2 に対応）を生成している。この 2 相の信号は昇圧回路 22 によって振動波アクチュエータが動作可能な電圧まで昇圧される。

【0078】

昇圧された交流電圧（V1、V2）は、振動波アクチュエータ15（圧電素子）に印加されることになる。これにより、レンズ9が目標位置まで速やかに移動するようなレンズユニットを構成することができる。

【0079】

（第3実施形態）

第2実施形態では、レンズ9の現在位置と目標位置の差に応じて振動波アクチュエータに印加する交流電圧（V1、V2）の周波数を変化させることにより駆動速度を変化させていた。また、印加電圧V1、V2の位相差 θ は被駆動体（スライダ7）の駆動方向に応じて 90° または 270° のいずれかを選択していた。

【0080】

この場合、振動体の突起部（図5の6）に発生する楕円運動は、図14に示すように楕円運動の横方向振幅であるAモードと縦方向振幅であるBモードの振幅比率は変化せずに、振幅の大きさが異なるような駆動状態となる。

【0081】

レンズ9をより低速で駆動させたい場合において、上述した第2実施形態のような駆動方法ではBモード振幅が小さくなりすぎるため（図14（b））に、突起部6が楕円運動の下側、すなわち、スライダ7の送り方向とは逆方向の運動時にもスライダ7に接触してしまい、安定した低速駆動が行えないという事態が生じてしまう場合も考えられる。

【0082】

本発明の第3実施形態は、上述した第2実施形態をさらに改善したものであり、低速駆動を安定して実現するためのものである。以下、その制御方法に関して説明する。

【0083】

なお、本実施形態において、振動波アクチュエータの構成は第1実施形態で説明した振動波アクチュエータの構成と同様であり、この振動波アクチュエータを第2実施形態で説明したレンズユニットに搭載した場合について説明する。

【0084】

振動波アクチュエータを低速で安定して駆動するためには、スライダ7を突き上げる方向の振動であるBモードの振幅を大きくし、スライダ7の送り方向の振動であるAモードの振幅を小さくすることが考えられる。

【0085】

例えば、図15に示すように、高速駆動時と低速駆動時において、Bモードの振幅を一定にしておき、Aモードの振幅を変化させることによりスライダ7の駆動速度の制御を行えば、高速駆動から低速駆動までの広い領域でスライダ7を安定して駆動することが可能となる。

【0086】

図16は本実施形態における制御装置を説明するためのブロック図である。第2実施形態で説明した制御装置（図11のブロック図）と異なる点は、位相差決定部23および振幅決定部24が設けられている点である。それ以外の構成に関しては第2実施形態と同様である。

【0087】

本実施形態では振動波アクチュエータに印加する交流電圧V1、V2の周波数を共振周波数（ f_r ）付近の所定の周波数に固定しておき、V1およびV2の位相差 θ および振幅を操作することにより駆動速度を制御する。

【0088】

第2実施形態で述べたように、振動波アクチュエータにおける圧電素子の電極に印加する電圧（V1、V2）の位相差 θ に対するAモードおよびBモードの振幅の関係は図12に示すような関係となるが、これは位相差 θ が $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲内においてV1およびV2の電圧振幅を一定とした場合である。

【0089】

この場合、図12の破線で示すようにBモードの振動が位相差 θ によって変化してしまう。そこで、本実施形態では、位相差 θ に応じて印加電圧（V1、V2）の振幅を変更することによりBモードの振幅を一定としている。

【0090】

図17は、Bモードの振幅が一定となるように、V1とV2の位相差 θ に応じ

て印加電圧（ V_1 、 V_2 ）の振幅を変化させたときの振動振幅の様子を示す。図 17 の丸印のマークを結んだ線上における電圧振幅は、図 12 に示す B モードの振幅の逆数に比例した値であり、B モードの振幅の変化を補正するものである。すなわち、位相差 θ に応じて下記式（3）で求められる係数（ K ）を掛けて V_1 および V_2 の電圧振幅とする。

【0091】

$$K = |1 / (2 \times \cos(\theta / 2))| \cdots (3)$$

上記式（3）を用いて求められた電圧振幅は、図 17 の丸印のマークで示したような関係となる。この振幅の電圧（ V_1 および V_2 ）を圧電素子の 2 つの電極に印加することによって、B モードの振幅は図中の点線で示すように一定の振幅となる。

【0092】

この時、A モードの振幅は、図 17 の実線で示すように、位相差 θ が 0° から 180° に向かって増加するとともに、 180° から 360° に向かって減少するような特性となる。なお、図 12 と同様に、位相差 180° を境界として図 17 の右側（一方向）と左側（+方向）では駆動方向が逆になる。

【0093】

本実施形態では、以上に述べた特性を利用して、次のような駆動制御を行う。

【0094】

まず、レンズ 9 の現在位置と目標位置との比較を位置比較部 18 において行う。位相差決定部 23 では、位置比較部 18 での比較結果に基づいて駆動方向を決定し、 V_1 と V_2 の位相差 θ を 180° より小さい領域（図 17 の + 方向の領域）での値とするか、 180° より大きい領域（図 17 の一方向の領域）での値とするかを決定する。

【0095】

また、位相差決定部 23 において、レンズ 9 の現在位置と目標位置の距離に応じた速度となるように位相差 θ を決定する。

【0096】

例えば、レンズ 9（スライダ 7）を + 方向に駆動する場合であって、駆動速度

を高速とする場合には、位相差 θ が 180° よりも小さい領域の中で、位相差 θ が大きい値となるように決定する。駆動速度を低速とする場合には、位相差が 180° よりも小さい領域の中で、位相差 θ が小さい値となるように決定する。位相差 θ が 180° よりも小さい側の領域では、Bモードの振幅が一定であるとともに、位相差 θ が 0° から 180° に近づくにつれてAモードの振幅が大きくなるため、低速駆動から高速駆動までを安定して行うことができる。

【0097】

また、レンズ9（スライダ7）を一方向に駆動する場合であって、駆動速度を高速とする場合には、位相差 θ が 180° よりも大きい領域の中で、位相差 θ が小さい値となるように決定する。駆動速度を低速とする場合には、位相差が 180° よりも大きい領域の中で、位相差 θ が大きい値となるように決定する。位相差 θ が 180° よりも大きい側の領域では、Bモードの振幅が一定であるとともに、位相差 θ が 360° から 180° に近づくにつれてAモードの振幅が大きくなるため、低速駆動から高速駆動までを安定して行うことができる。

【0098】

位相差決定部23で位相差 θ が決定された後に、振幅決定部24において、決定された位相差 θ に対応した電圧振幅（図17の丸印マークを結ぶ線上の値）を決定する。電圧振幅を決定する際には、位相差 θ から上記演算式（3）によって求めてもよいし、あらかじめ複数の位相差 θ と電圧振幅の関係を記憶回路に記憶しておくことによって求めてもよい。

【0099】

位相差決定部23で位相差 θ の値が決定され、振幅決定部24で電圧振幅が決定されると、これらのデータが駆動信号生成回路21に入力され、この入力に応じた信号が生成される。そして、昇圧回路22で昇圧された電圧（V1、V2）が振動波アクチュエータの圧電素子に印可される。

【0100】

上述した駆動制御の結果、振動波アクチュエータの振動のうち、スライダ7に対する突き上げ方向の振動であるBモードの振動振幅を一定の状態とし、Aモードの振動振幅を変化させることができるので、スライダ7の駆動速度を高速から

低速まで幅広く安定して動作させることができる。

【0101】

以上説明した各実施形態は、以下に示す各発明を実施した場合の一例でもあり、下記の各発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものである。

【0102】

〔発明1〕 弾性体と、少なくとも2つの電極を有し、この2つの電極に同一周波数の2相の駆動電圧が印加されることで前記弾性体に振動を励起する電気－機械エネルギー変換素子とを備えた振動体と、

前記弾性体と接触する被駆動体とを有する振動型駆動装置であって、

前記振動体は、同位相となる前記2相の駆動電圧の入力を受けて第1の曲げ振動モードを形成するとともに、逆位相となる前記2相の駆動電圧の入力を受けて第2の曲げ振動モードを形成することが可能であり、

前記第1の曲げ振動モードおよび前記第2の曲げ振動モードの組み合わせによって前記振動体および前記被駆動体を相対的に駆動することを特徴とする振動型駆動装置。

【0103】

上記発明1の振動型駆動装置では、同位相となる2相の駆動電圧を2つの電極に入力することによって形成される第1の曲げ振動モードと、逆位相となる2相の駆動電圧を2つの電極に入力することによって形成される第2の曲げ振動モードとを組み合わせることで、振動体および被駆動体を相対的に駆動することができる。すなわち、2相の駆動電圧の位相差を同位相および逆位相間の値に設定することで、振動体に、第1の曲げ振動モードおよび第2の曲げ振動モードを組み合わせさせた曲げ振動モードを発生させることができ、この曲げ振動モードによって弾性体の所定の質点に楕円運動を生じさせて振動体および被駆動体を相対的に駆動することができる。

【0104】

上述した振動型駆動装置の構成によれば、従来技術に比べて電気－機械エネルギー変換素子の電極パターンを簡単な構成とすることができる。また、単一の圧電

素子を用いることができるため、積層圧電素子に比べて簡単な構成とすることができる。

【0 1 0 5】

〔発明 2〕 前記 2 つの電極は、この分極方向が同一方向となるように分極処理されていることを特徴とする前記発明 1 に記載の振動型駆動装置。

【0 1 0 6】

上記発明 2 によれば、2 つの電極における分極方向を同一方向とすることで、各電極における分極処理を容易に行うことができる。しかも、2 つの電極間における電気－機械エネルギー変換素子の剛性が変化すること（剛性のムラ）がなくなるため、理想的な振動を発生させることができる。

【0 1 0 7】

〔発明 3〕 前記弾性体が矩形状に形成されており、
前記第 1 の曲げ振動モードが前記振動体の長手方向と直交する方向における 1 次の振動モードであるとともに、前記第 2 の曲げ振動モードが前記振動体の長手方向における 2 次の振動モードであることを特徴とする前記発明 1 又は 2 に記載の振動型駆動装置。

【0 1 0 8】

〔発明 4〕 前記発明 1 から 3 のいずれかに記載の振動型駆動装置と、この振動型駆動装置の駆動を制御する制御装置とを有する制御システムであって、

前記制御装置は、前記 2 相の駆動電圧の位相差を変更することで前記振動体および前記被駆動体の相対的な駆動方向を変更するとともに、共振周波数よりも高周波数側の領域内において、前記駆動電圧の周波数を変更することで前記振動体および前記被駆動体の相対的な駆動速度を変更することを特徴とする制御システム。

【0 1 0 9】

〔発明 5〕 前記発明 1 から 3 のいずれかに記載の振動型駆動装置と、この振動型駆動装置の駆動を制御する制御装置とを有する制御システムであって、

前記制御装置は、前記 2 相の駆動電圧の位相差および振幅に基づいて前記振動体および前記被駆動体の相対的な駆動速度を制御することを特徴とする制御シス

テム。

【0110】

〔発明6〕 前記発明1から3のいずれかに記載の振動型駆動装置と、この振動型駆動装置の駆動を制御する制御装置とを有する制御システムであって、

前記制御装置は、前記2相の駆動電圧の位相差の変化に対して、前記第1の曲げ振動モードおよび前記第2の曲げ振動モードのうち一方の曲げ振動モードにおける振動振幅が一定になるとともに、他方の曲げ振動モードにおける振動振幅が変化するように前記駆動電圧の振幅を設定可能であり、前記2相の駆動電圧の位相差を変化させることによって前記振動体および前記被駆動体の相対的な駆動速度又は駆動方向を変化させることを特徴とする制御システム。

【0111】

上記発明6によれば、例えば、2相の駆動電圧の位相差を変化させることによって、被駆動体の突き上げ方向における振動振幅を一定にするとともに、被駆動体の駆動方向（送り方向）における振動振幅を変化させることができるため、高速駆動から低速駆動までの幅広い範囲において、安定して被駆動体を駆動することができる。

【0112】

【発明の効果】

本発明によれば、2つの曲げ振動モードを発生させて振動体および被駆動体を相対的に駆動する振動型駆動装置において、電気－機械エネルギー変換素子の電極を簡単な構成とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態における圧電素子の電極パターンを示す図。

【図2】

従来技術の振動体における振動モードを示す図。

【図3】

従来技術における圧電素子の電極パターンを示す図。

【図4】

従来技術における圧電素子の電極パターンを示す図。

【図 5】

本実施形態における振動体の外観斜視図。

【図 6】

本実施形態の振動体における振動モードを示す図。

【図 7】

本実施形態である振動波アクチュエータの外観斜視図。

【図 8】

従来の考え方による圧電素子の電極パターンを示す図。

【図 9】

圧電素子への印加電圧と振動モードとの関係をベクトルで示した図。

【図 1 0】

第 2 実施形態におけるレンズユニットの機構を示す図。

【図 1 1】

第 2 実施形態における制御ブロック図。

【図 1 2】

印加電圧の位相差と振動振幅の関係を示す図。

【図 1 3】

振動波アクチュエータの駆動周波数と駆動速度の関係を示す図。

【図 1 4】

振動波アクチュエータにおける突起部の楕円運動を説明する図。

【図 1 5】

振動波アクチュエータにおける突起部の楕円運動を説明する図。

【図 1 6】

本発明の第 3 実施形態における制御ブロック図。

【図 1 7】

印加電圧の位相差と振動振幅の関係を示す図。

【図 1 8】

第 1 実施形態の変形例である振動波アクチュエータの外観斜視図。

【図 1 9】

振動体の振動モードを示す図。

【図 2 0】

第 1 実施形態の変形例である振動波アクチュエータの外観斜視図。

【図 2 1】

振動体の振動モードを示す図。

【図 2 2】

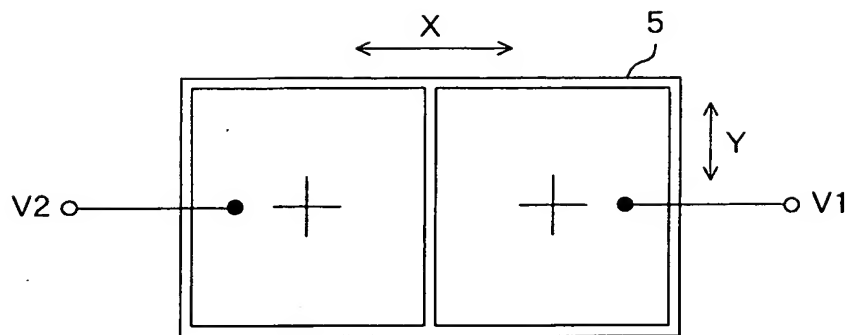
第 1 実施形態の変形例である振動波アクチュエータの外観斜視図。

【符号の説明】

- 4：弾性体、5：圧電素子、6：突起部、7、7'、7''：スライダ
8：レンズ鏡筒、9：レンズ、10：フレーム、11：シャフト
12、15：振動波アクチュエータ、13：エンコーダスケール
14：投受光素子、16：エンコーダ
17：位置カウンタ、18：位置比較部、19：位相差選択部
20：周波数決定部、21：駆動信号生成回路、22：昇圧回路
23：位相差決定部、24：振幅決定部

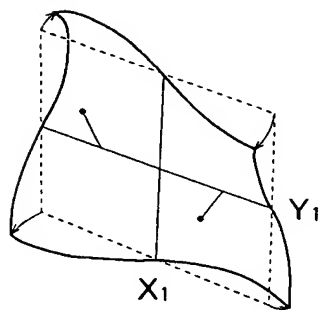
【書類名】 図面

【図 1】

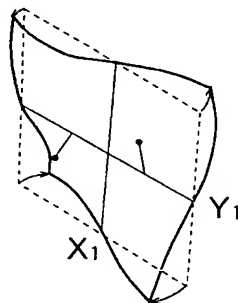


【図 2】

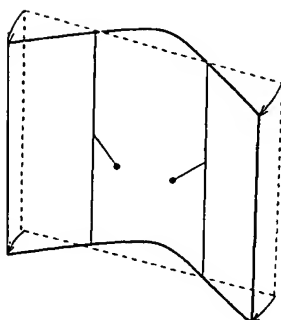
(a-1)



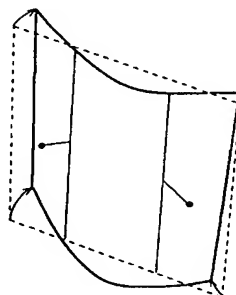
(a-2)



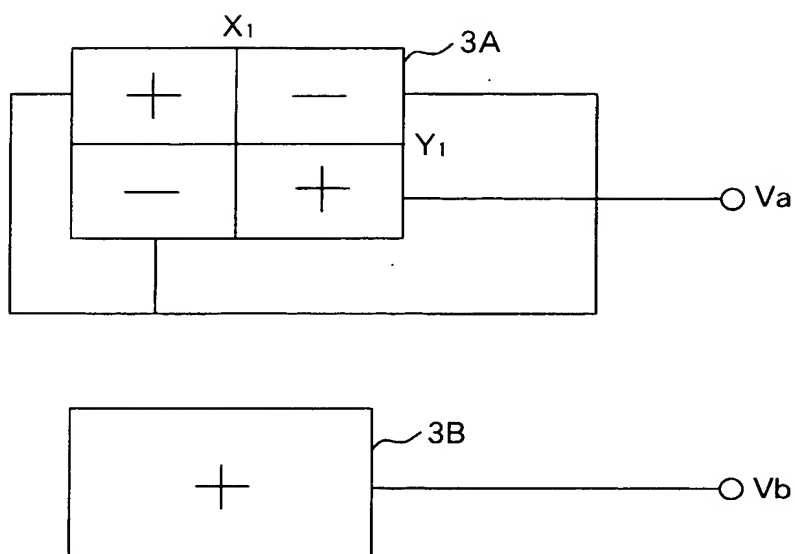
(b-1)



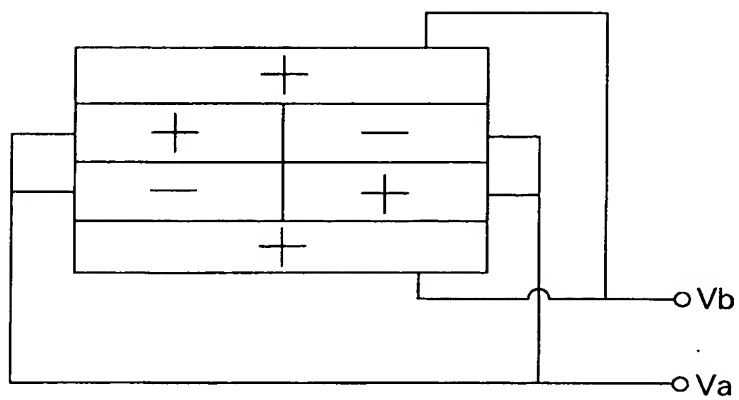
(b-2)



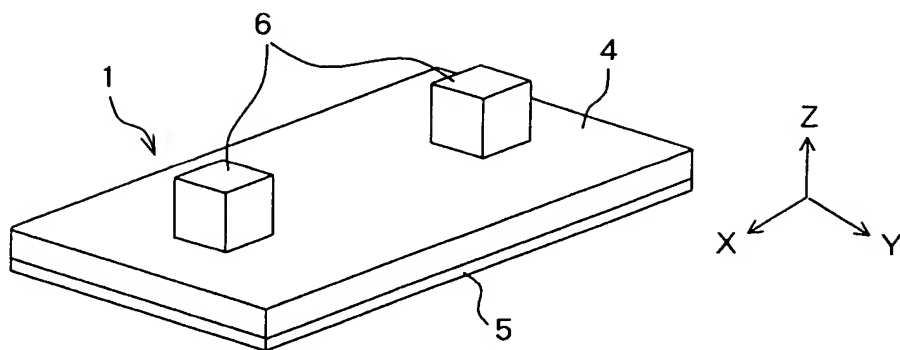
【図 3】



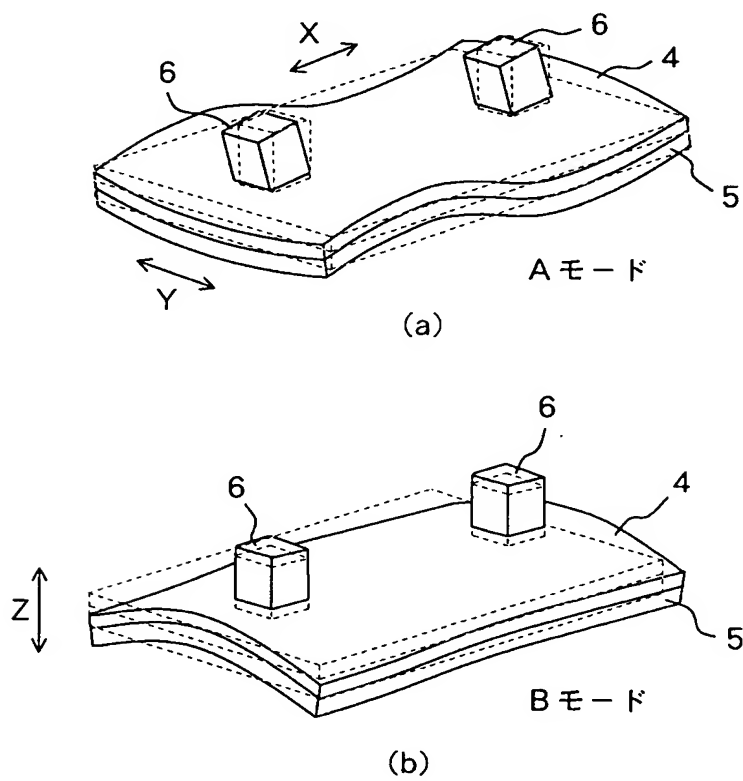
【図 4】



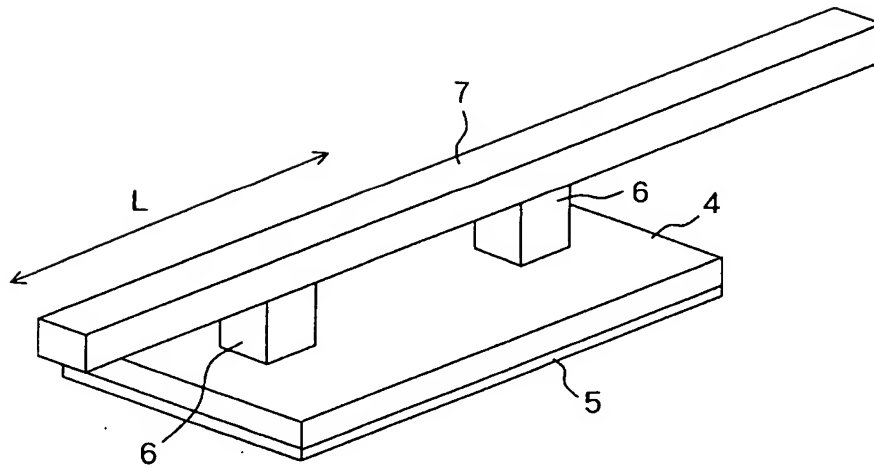
【図 5】



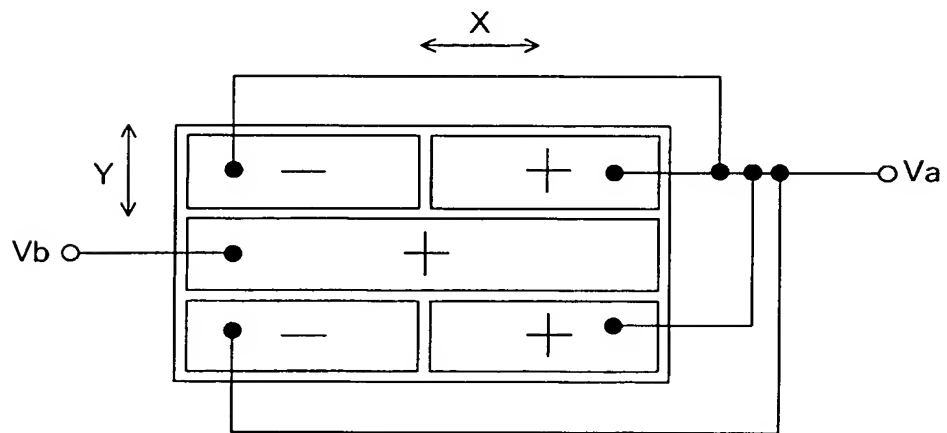
【図 6】



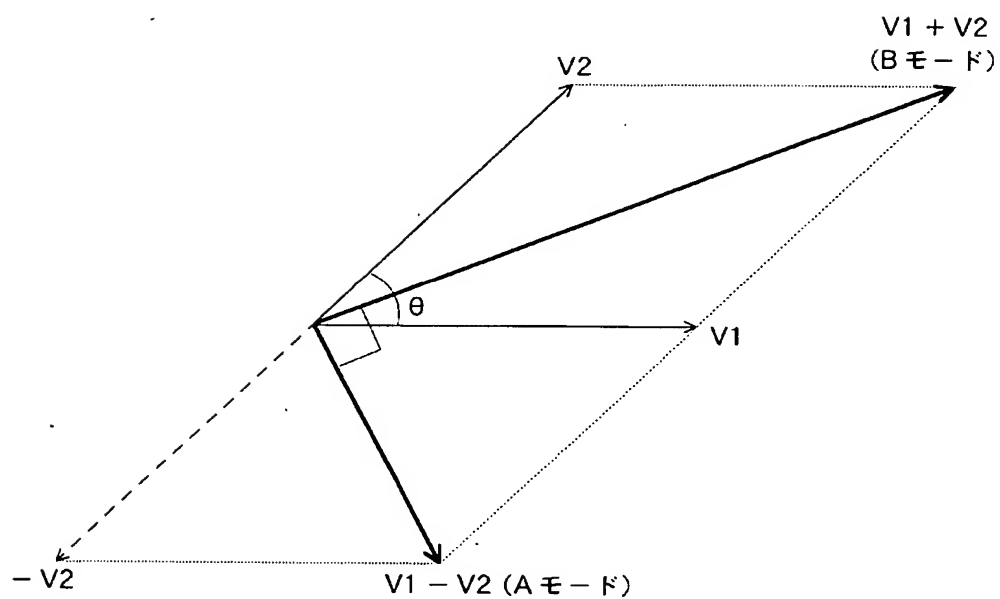
【図 7】



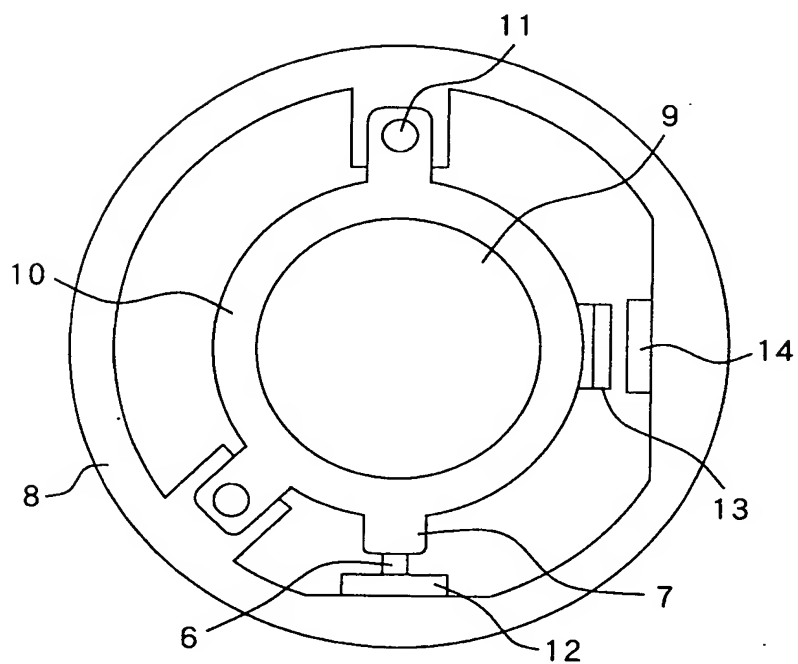
【図 8】



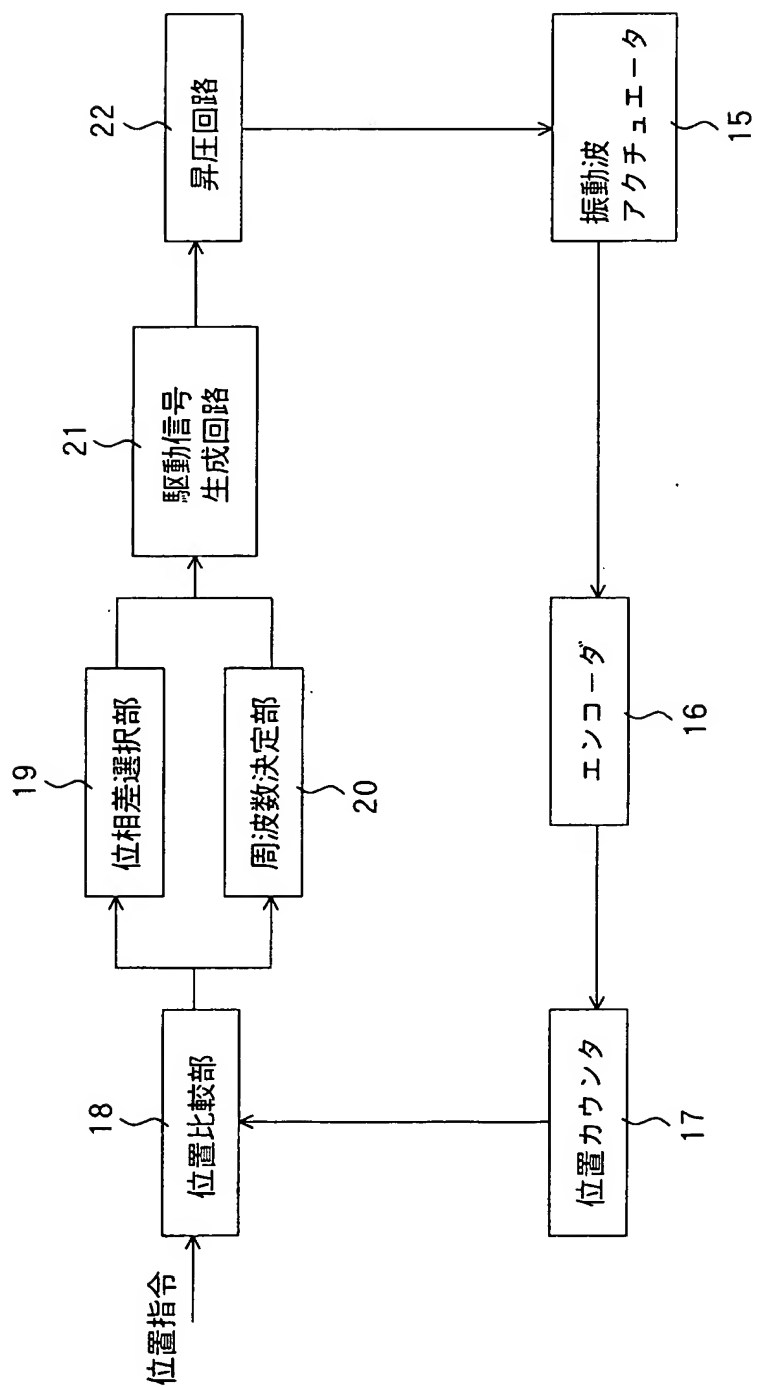
【図 9】



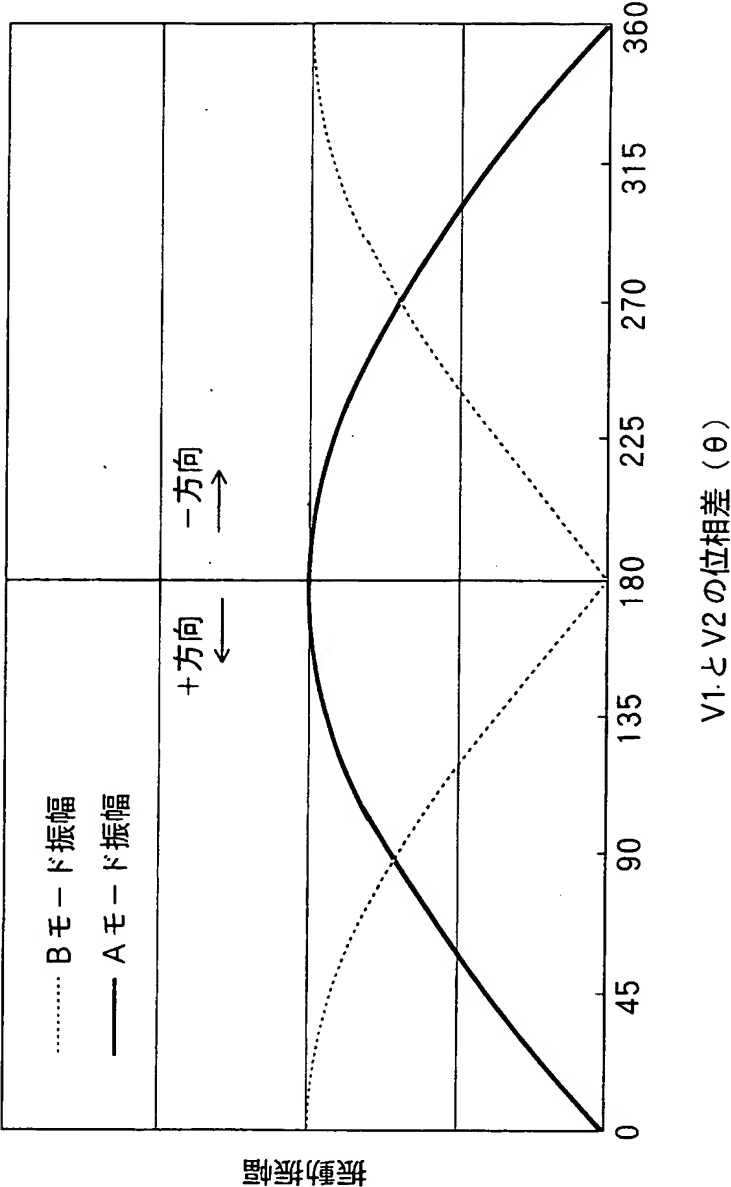
【図 10】



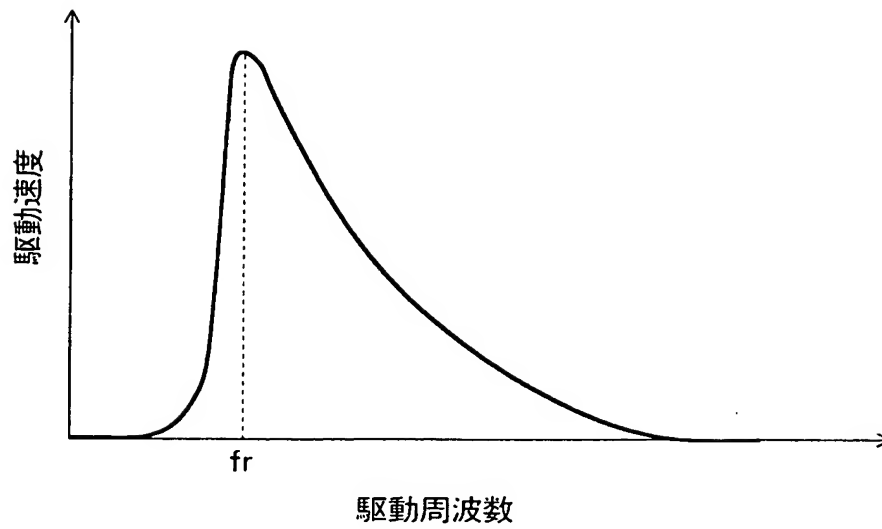
【図 11】



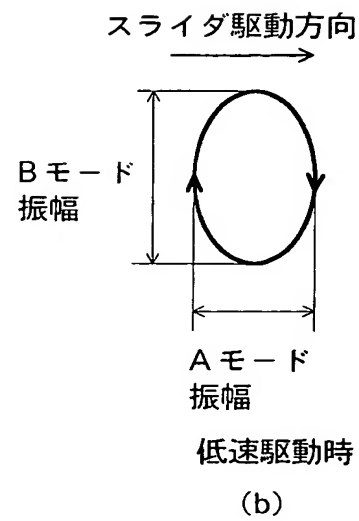
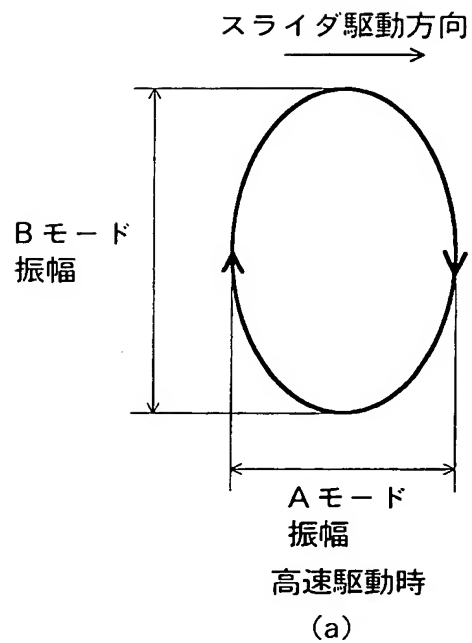
【図 12】



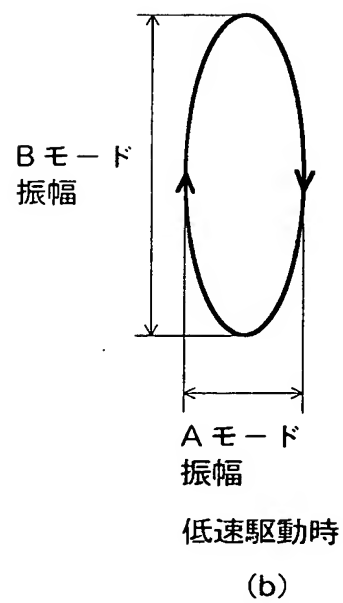
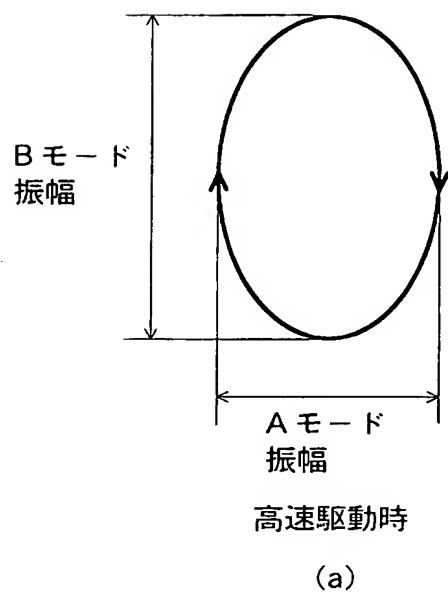
【図 13】



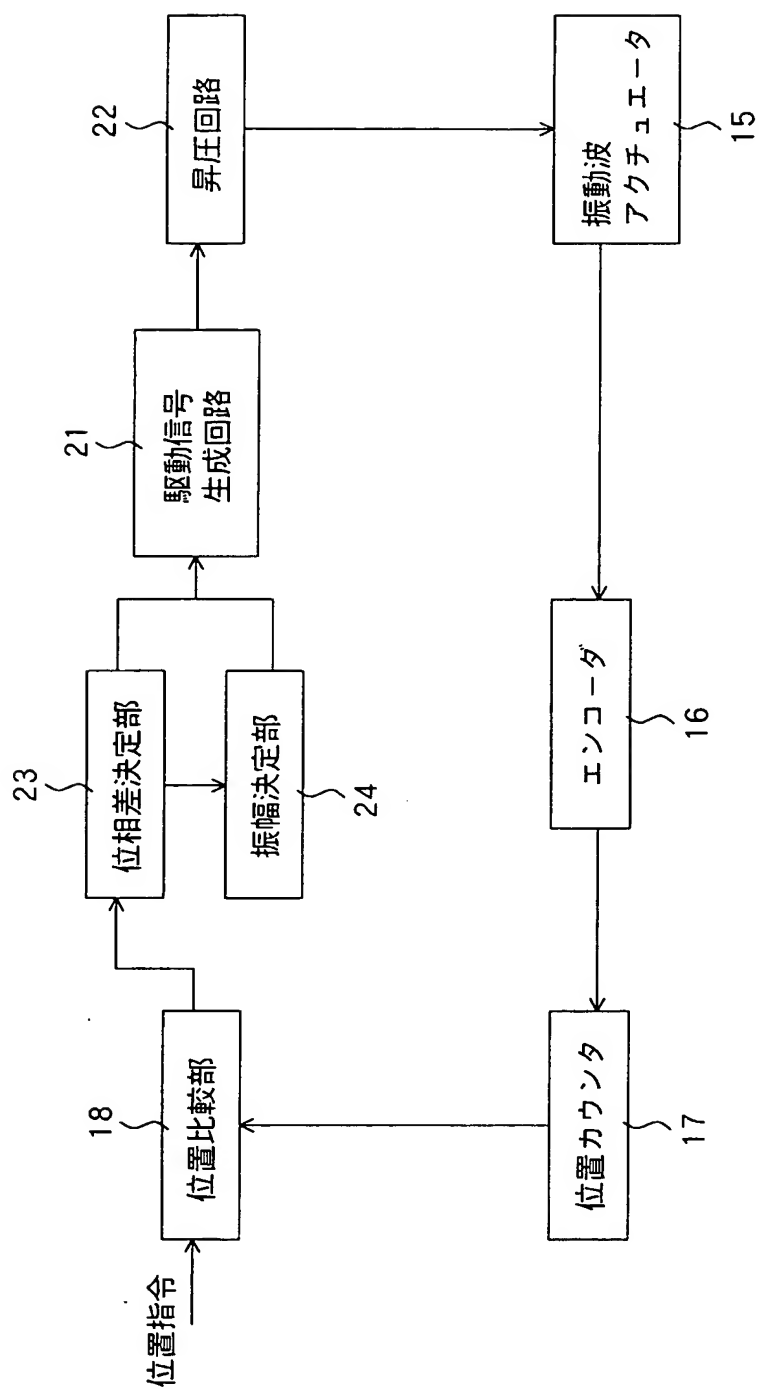
【図 14】



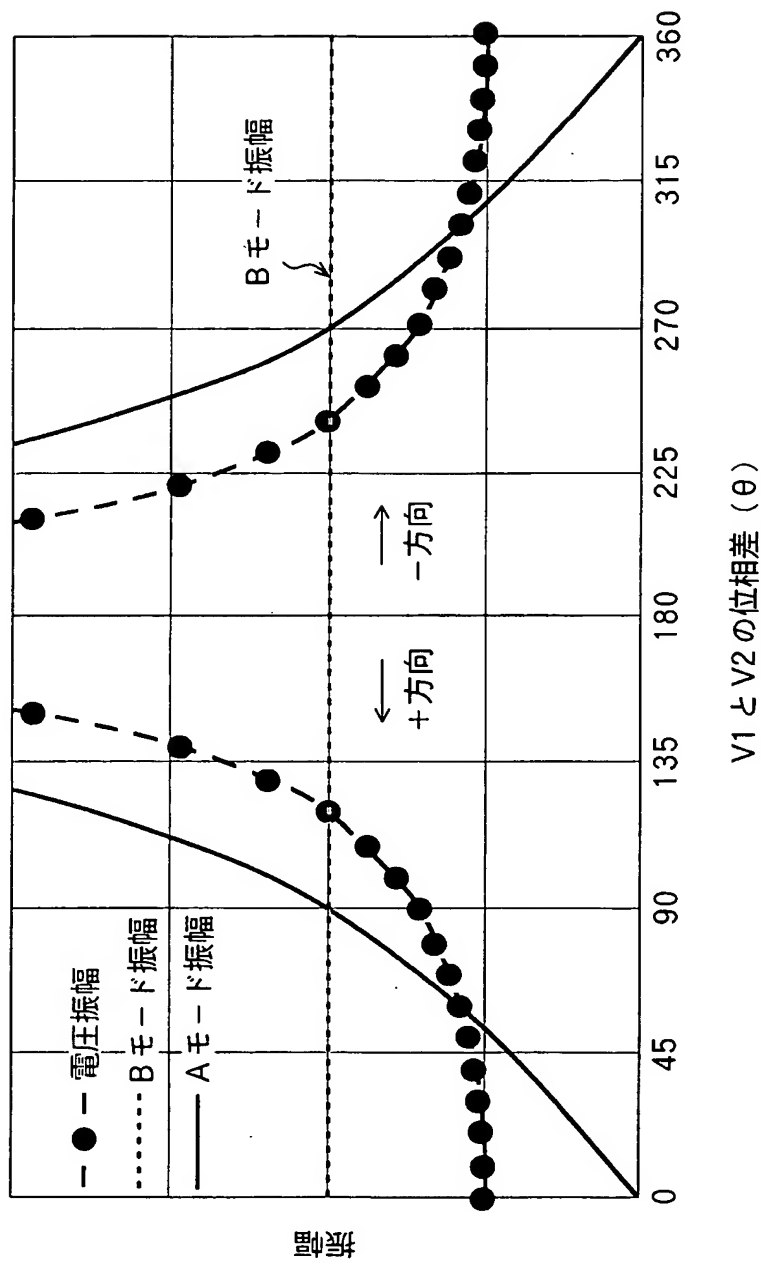
【図 15】



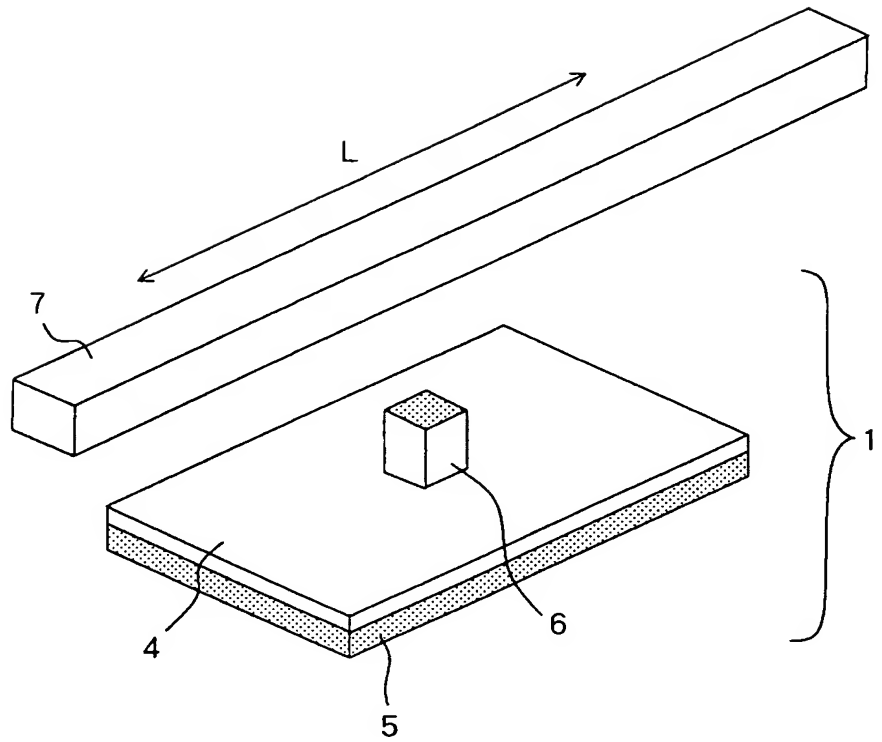
【図 16】



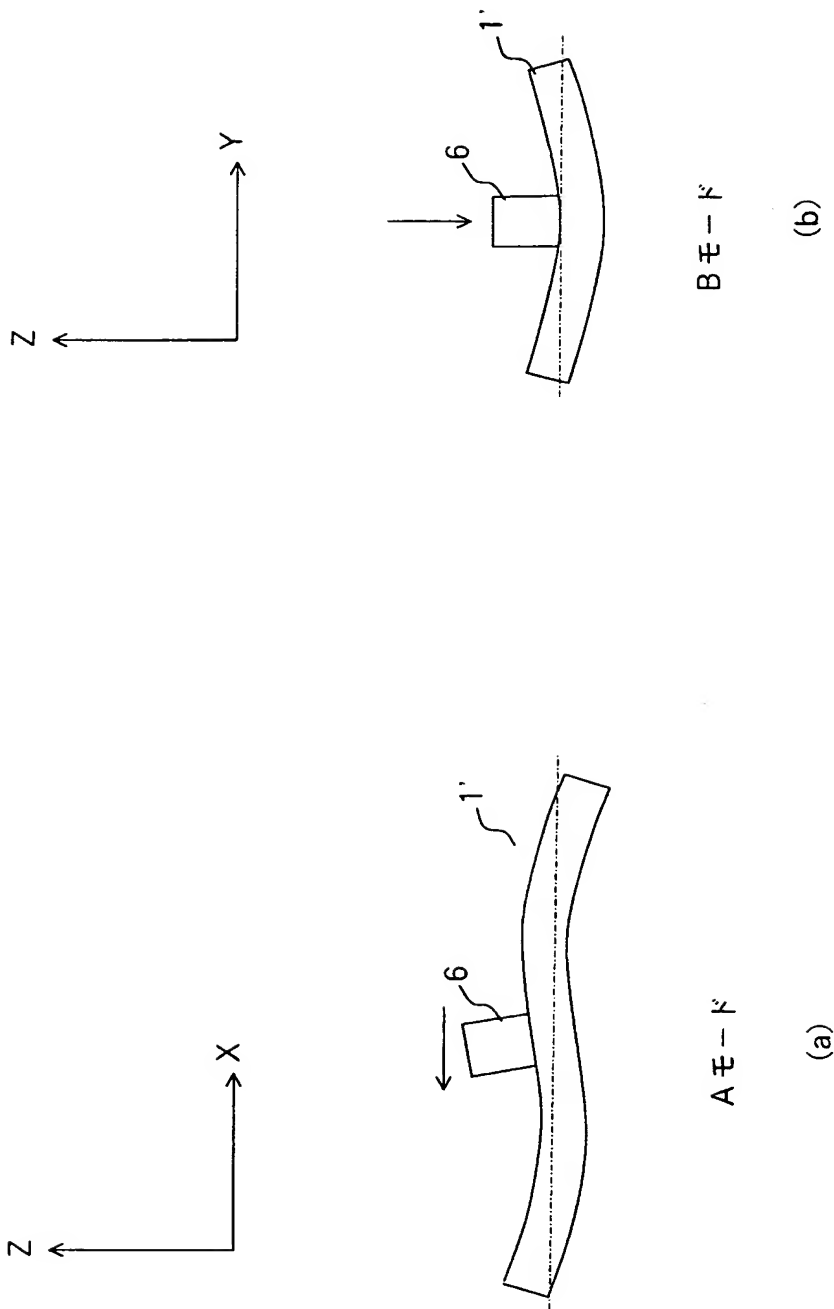
【図17】



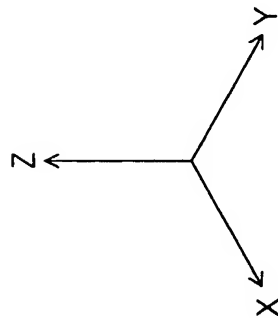
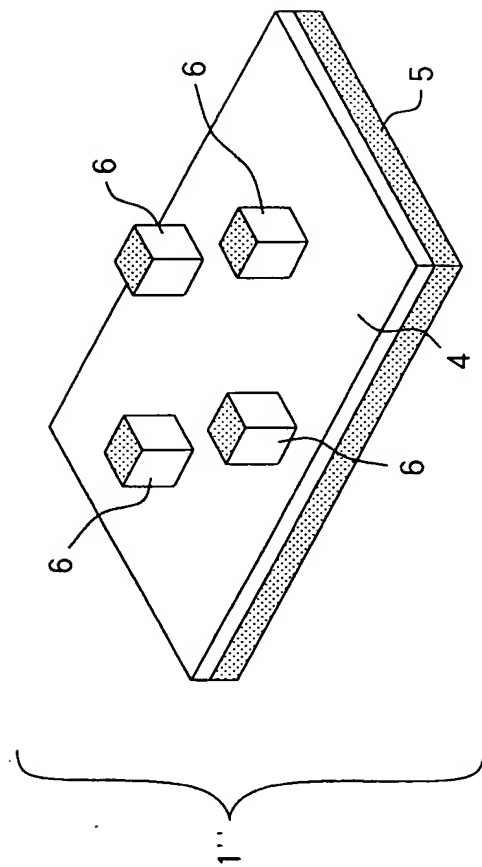
【図 18】



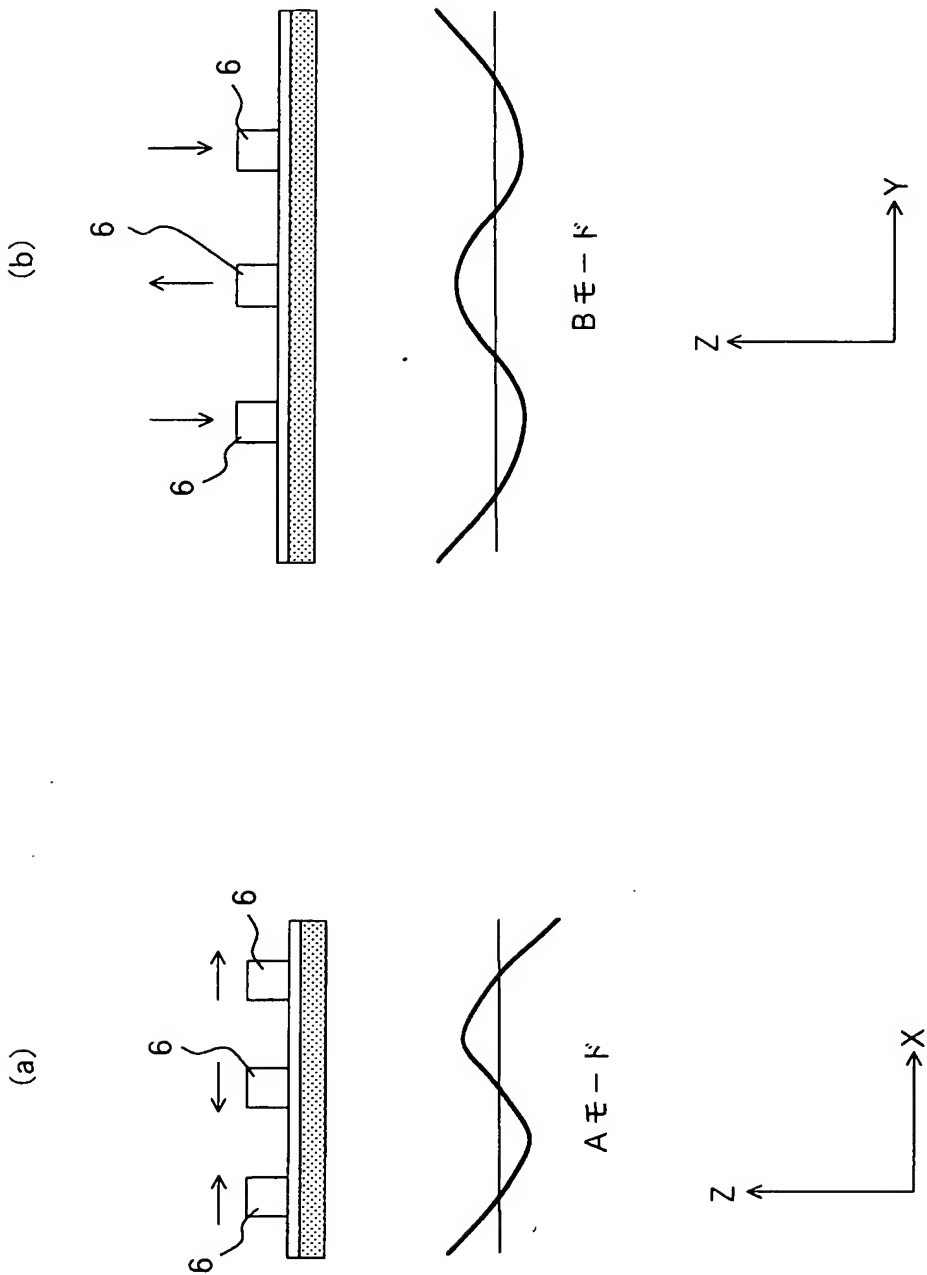
【図 19】



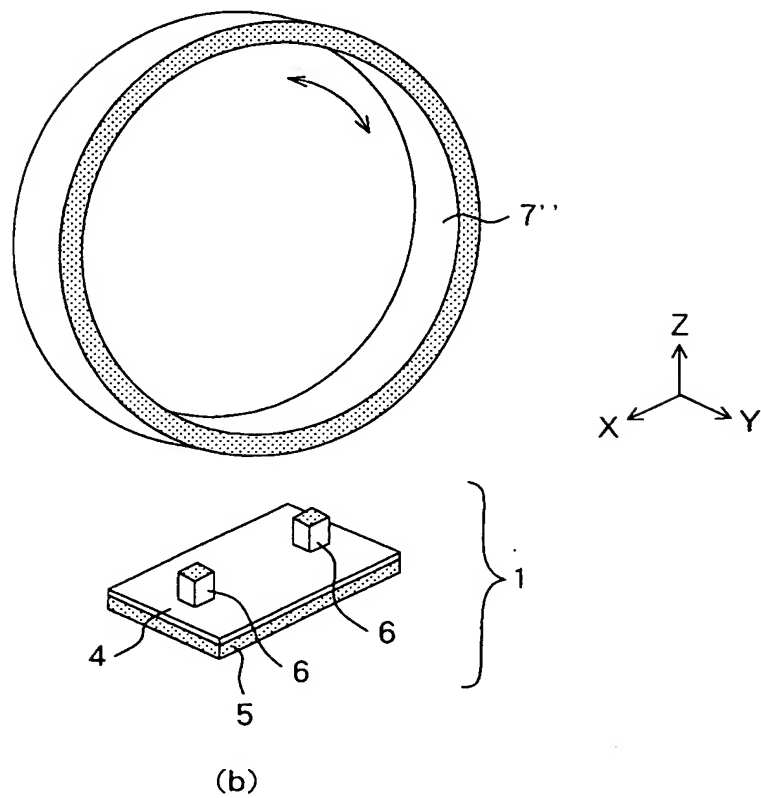
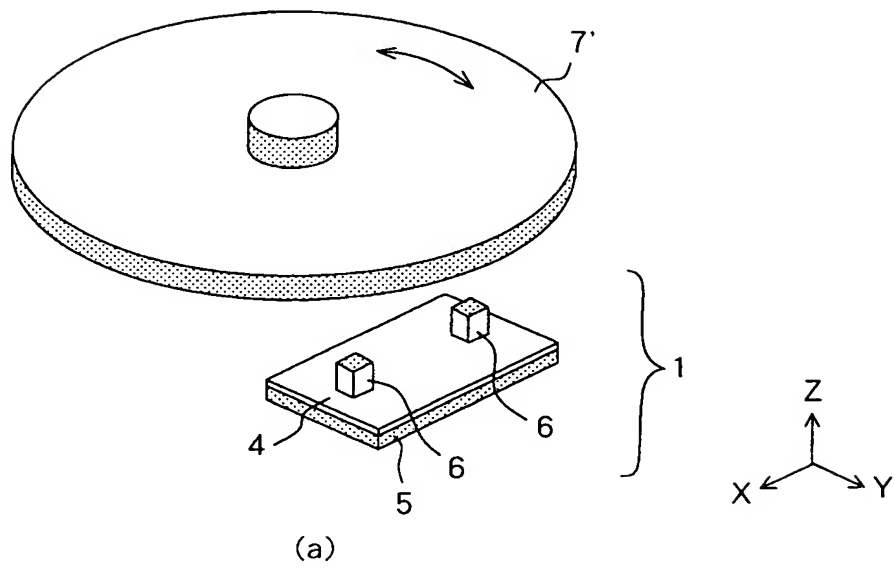
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つの曲げ振動モードを発生させて振動体および被駆動体を相対的に駆動する振動型駆動装置において、電気－機械エネルギー変換素子の電極を簡単な構成とすることができる。

【解決手段】 弾性体（4）と、少なくとも2つの電極を有し、この2つの電極に同一周波数の2相の駆動電圧が印加されることで弾性体に振動を励起する電気－機械エネルギー変換素子（5）とを備えた振動体と、弾性体と接触する被駆動体（7）とを有する振動型駆動装置であって、振動体は、同位相となる2相の駆動電圧の入力を受けて第1の曲げ振動モードを形成するとともに、逆位相となる2相の駆動電圧の入力を受けて第2の曲げ振動モードを形成することが可能であり、第1の曲げ振動モードおよび第2の曲げ振動モードの組み合わせによって振動体および被駆動体を相対的に駆動する。

【選択図】 図7

特願 2 0 0 3 - 1 0 8 3 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社